

**PABRIK SODIUM CHLORIDE
DENGAN PROSES
MULTIPLE-EFFECT EVAPORATION**

PRA RENCANA PABRIK

**Diajukan Untuk Memenuhi Sebagai Persyaratan
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Jurusan Teknik Kimia**



Oleh :

ABDUL NASIR ARIFIN

NPM. 0431010120

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “ VETERAN ” JATIM
SURABAYA
2011**

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa dan dengan segala rahmat serta karuniaNya sehingga penyusun telah dapat menyelesaikan Tugas Akhir “Pra Rencana Pabrik Sodium Chloride Dengan Proses Multiple-effect Evaporation”, dimana Tugas Akhir ini merupakan tugas yang diberikan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program pendidikan kesarjanaan di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Pembangunan Nasional Surabaya.

Tugas Akhir “Pra Rencana Pabrik Sodium Chloride Dengan Proses Multiple-effect Evaporation” ini disusun berdasarkan pada beberapa sumber yang berasal dari beberapa literatur , data-data , majalah kimia, dan internet.

Pada kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih atas segala bantuan baik berupa saran, sarana maupun prasarana sampai tersusunnya Tugas Akhir ini kepada :

1. Bapak Ir. Sutyono, MT
Selaku Dekan FTI UPN “Veteran” Jawa Timur
2. Ibu Ir. Retno Dewati, MT
Selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, FTI,UPN “Veteran” Jawa Timur.
3. Bapak Ir. L. Urip Widodo, MT
selaku dosen pembimbing.
4. Dosen Jurusan Teknik Kimia , FTI , UPN “Veteran” Jawa Timur.

5. Seluruh Civitas Akademik Jurusan Teknik Kimia , FTI , UPN
"Veteran" Jawa Timur.
6. Kedua Orangtua kami yang selalu mendoakan kami.
7. Semua pihak yang telah membantu , memberikan bantuan, saran serta
dorongan dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Kami menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna,
karena itu segala kritik dan saran yang membangun kami harapkan dalam
sempurnanya tugas akhir ini.

Sebagai akhir kata, penyusun mengharapkan semoga Tugas Akhir yang
telah disusun ini dapat bermanfaat bagi kita semua khususnya bagi mahasiswa
Fakultas Teknologi Industri jurusan Teknik Kimia.

Surabaya , April 2011

Penyusun,

INTISARI

Perencanaan pabrik sodium chloride ini diharapkan dapat berproduksi dengan kapasitas 45.000 ton sodium chloride/tahun dalam bentuk solid. Pabrik beroperasi secara continuous selama 24 jam proses dan 330 hari kerja dalam setahun.

Kegunaan terbesar dari sodium chloride adalah pada bidang industri kimia makanan, dimana sodium chloride mempunyai kegunaan utama sebagai pencegah gejala kekurangan yodium, yang dapat mengakibatkan beberapa penyakit seperti gondok, masalah kelenjar thyroid, dan penurunan mental. Secara singkat, uraian proses dari pabrik sodium chloride sebagai berikut :

Pertama-tama garam rakyat diencerkan, kemudian dicampur dengan NaOH dan Na_2CO_3 . Campuran kemudian difiltrasi dan dikristalisasi dengan multiple-effect evaporator. Kristal kemudian difiltrasi dari mother liquor, kemudian dikeringkan dan dihaluskan sampai dengan 100 mesh sebagai produk sodium chloride untuk keperluan industri kimia dan farmasi.

Pendirian pabrik berlokasi di Manyar, Gresik dengan ketentuan :

Bentuk Perusahaan	: Perseroan Terbatas
Sistem Organisasi	: Garis dan Staff
Jumlah Karyawan	: 194 orang
Sistem Operasi	: Continuous
Waktu Operasi	: 330 hari/tahun ; 24 jam/hari

Analisa Ekonomi :

* Massa Konstruksi	: 2 Tahun
* Umur Pabrik	: 10 Tahun
* Fixed Capital Investment (FCI)	: Rp. 29.235.158.000
* Working Capital Investment (WCI)	: Rp. 7.769.405.000
* Total Capital Investment (TCI)	: Rp. 37.004.563.000
* Biaya Bahan Baku (1 tahun)	: Rp. 62.342.970.000
* Biaya Utilitas (1 tahun)	: Rp. 14.703.570.000
- Steam	= 621.576 lb/hari
- Air pendingin	= 192 M ³ /hari
- Listrik	= 10.800 kWh/hari
- Bahan Bakar	= 4.776 liter/hari
* Biaya Produksi Total (Total Production Cost)	: Rp. 93.232.854.000
* Hasil Penjualan Produk (Sale Income)	: Rp. 109.355.884.000
* Bunga Bank (Kredit Investasi Bank Mandiri)	: 19%
* Internal Rate of Return	: 20,53%
* Rate On Investment	: 18,71%
* Rate On Equity	: 21,16%
* Pay Out Periode	: 4,3 Tahun
* Break Even Point (BEP)	: 35%

DAFTAR TABEL

Tabel VII.1. Instrumentasi pada Pabrik	VII - 5
Tabel VII.2. Jenis Dan Jumlah Fire – Extinguisher	VII - 7
Tabel VIII.2.1. Baku mutu air baku harian	VIII-7
Tabel VIII.2.3. Karakteristik Air boiler dan Air pendingin	VIII-9
Tabel VIII.4.1. Kebutuhan Listrik Untuk Peralatan Proses Dan Utilitas	VIII-60
Tabel VIII.4.2. Kebutuhan Listrik Untuk Penerangan Ruang Pabrik Dan Daerah Proses	VIII-62
Tabel IX.1. Pembagian Luas Pabrik	IX - 8
Tabel X.1. Jadwal Kerja Karyawan Proses	X - 11
Tabel X.2. Perincian Jumlah Tenaga Kerja	X - 13
Tabel XI.4.A. Hubungan kapasitas produksi dan biaya produksi ...	XI - 8
Tabel XI.4.B. Hubungan antara tahun konstruksi dengan modal sendiri	XI - 9
Tabel XI.4.C. Hubungan antara tahun konstruksi dengan modal pinjaman	XI - 9
Tabel XI.4.D. Tabel Cash Flow	XI - 10
Tabel XI.4.E. Pay Out Periode	XI - 14
Tabel XI.4.F. Perhitungan discounted cash flow rate of return	XI - 15

DAFTAR GAMBAR

Gambar IX.1 Lay Out Pabrik	IX - 9
Gambar IX.2 Peta Lokasi Pabrik	IX - 10
Gambar IX.3 Lay Out Peralatan Pabrik	IX - 11
Gambar X.1 Struktur Organisasi Perusahaan	X - 14
Gambar XI.1 Grafik BEP	XI - 17



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
KATA PENGANTAR	ii
INTISARI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR ISI	viii
BAB I PENDAHULUAN	I – 1
BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES	II – 1
BAB III NERACA MASSA	III – 1
BAB IV NERACA PANAS	IV – 1
BAB V SPESIFIKASI ALAT	V – 1
BAB VI PERENCANAAN ALAT UTAMA	VI – 1
BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA	VII – 1
BAB VIII UTILITAS	VIII – 1
BAB IX LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK	IX – 1
BAB X ORGANISASI PERUSAHAAN	X – 1
BAB XI ANALISA EKONOMI	XI – 1
BAB XII PEMBAHASAN DAN KESIMPULAN	XII – 1
DAFTAR PUSTAKA	

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Garam pertama kali diketemukan pada jaman perunggu dan dikembangkan pertama kali oleh bangsa Assyri untuk kebutuhan militer, dan kemudian dikembangkan proses dan teknologinya oleh bangsa Romawi.

Perencanaan pabrik sodium chloride ini memiliki tujuan utama yaitu untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dimana kebutuhan akan sodium chloride ini cenderung meningkat setiap tahunnya. Disamping itu mengingat produk sodium chloride ini juga merupakan produk yang berorientasi pasar, maka perencanaan pabrik sodium chloride ini juga dipakai sebagai produk komoditi ekspor sehingga mampu meningkatkan devisa negara.

Industri sodium chloride di Indonesia mempunyai perkembangan yang stabil, hal ini dapat dilihat dengan berkembangnya industri-industri makanan siap saji dan industri kimia pengawetan makanan dan minuman di Indonesia. Pendirian pabrik sodium chloride di Indonesia mempunyai peluang investasi yang menguntungkan.

I.2. Manfaat

Kegunaan terbesar dari sodium chloride adalah pada bidang industri kimia makanan, dimana sodium chloride mempunyai kegunaan utama sebagai pencegah gejala kekurangan yodium, yang dapat mengakibatkan beberapa penyakit seperti gondok, masalah kelenjar thyroid, dan penurunan mental. Kegunaan lain dari sodium chloride dapat dilihat pada industri kimia proses seperti : pengawetan daging dan ikan, susu, dan pengolahan makanan yang sehat.

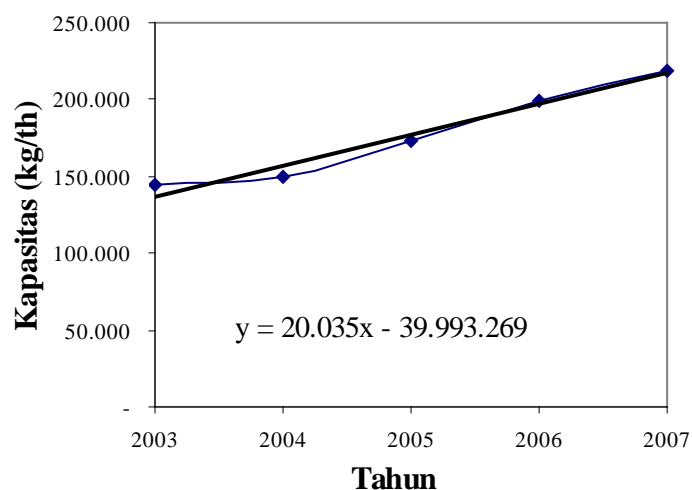
I.3. Aspek Ekonomi

Kebutuhan sodium chloride di Indonesia, mengalami fluktuasi berdasarkan permintaan pasar. Hal ini bisa dilihat pada tabel berikut :

Tahun	Kebutuhan Indonesia (ton/th)
2003	144.209
2004	149.250
2005	173.375
2006	199.381
2007	219.319

Sumber : Deperindag Jawa Timur , 2007

Berdasarkan tabel diatas, dapat dibuat grafik hubungan antara kebutuhan produk dengan tahun produksi.



Dari grafik diatas, dengan metode regresi linier, maka didapat persamaan untuk mencari kebutuhan pada tahun tertentu dengan persamaan :

$$Y = 20.035 X - 39.993.269$$

Keterangan : Y = kapasitas (ton/th)

X = Tahun ke-n

Pabrik ini direncanakan beroperasi pada tahun 2012, sehingga untuk mencari kapasitas pada tahun 2012, maka $X = 2012$.

Kapasitas pada tahun 2012 :

$$\begin{aligned} Y &= [20.035 \times 2012] - 39.993.269 \\ &= 317.151 \text{ ton/th} \end{aligned}$$

Untuk rencana kapasitas produksi pabrik ini digunakan 15% dari kapasitas nasional, maka digunakan = 45.000 ton/th

I.4. Sifat Bahan Baku dan Produk

Bahan Baku :

I.4.A. Garam rakyat (Kaufmann ; Wikipedia.; Perry 7^{ed})

Nama Lain	: Crude Sea Salt
Rumus Molekul	: NaCl (komponen utama)
Rumus Bangun	: Na – Cl
Berat Molekul	: 58,5
Warna	: putih
Bau	: tidak berbau
Bentuk	: kristal
Specific Gravity	: 2,163
Melting Point	: 800,4°C
Boiling Point	: 1413°C
Solubility, Cold Water	: 35,7 kg/ 100 kg H ₂ O (H ₂ O=0°C)
Solubility, Hot Water	: 39,8 kg/ 100 kg H ₂ O (H ₂ O=100°C)

Komposisi Garam Rakyat : (Kaufmann : 59)

Komponen	% Berat
NaCl	84,60%
CaSO ₄	1,02%
MgCl ₂	2,56%
MgSO ₄	0,81%
Impuritis	0,58%
H ₂ O	10,43%
	100,00%

I.4.B. Caustic Soda (Wikipedia.; Perry 7^{ed})

Nama Lain	: Soda Lye, Soda api
Rumus Molekul	: NaOH (komponen utama)
Rumus Bangun	: Na – OH
Berat Molekul	: 40
Warna	: tidak berwarna
Bau	: berbau kaustik
Bentuk	: larutan 48%
Specific Gravity	: 2,130
Melting Point	: 318,4°C
Boiling Point	: 1390°C
Solubility, Cold Water	: 42 kg/ 100 kg H ₂ O (H ₂ O=0°C)
Solubility, Hot Water	: 347 kg/ 100 kg H ₂ O (H ₂ O=100°C)

Komposisi Caustic Soda : (PT. Asahimas Chemical)

Komponen	% Berat
NaOH	48,00%
H ₂ O	52,00%
	100,00%

I.4.C. Soda Ash(OCI soda ; Wikipedia.; Perry 7^{ed})

Nama Lain : Disodium carbonate

Rumus Molekul : Na_2CO_3 (komponen utama)Rumus Bangun : 

Berat Molekul : 106

Warna : putih

Bau : tidak berbau

Bentuk : serbuk

Specific Gravity : 2,533

Melting Point : 851°C

Boiling Point : terdekomposisi diatas 851°C

Solubility, Cold Water : 7,1 kg/ 100 kg H_2O ($\text{H}_2\text{O}=0^\circ\text{C}$)Solubility, Hot Water : 48,5 kg/ 100 kg H_2O ($\text{H}_2\text{O}=104^\circ\text{C}$)**Komposisi Soda Ash : (OCI Chemical Corp.)**

Komponen	% Berat
Na_2CO_3	99,80%
Na_2SO_4	0,10%
NaCl	0,08%
H_2O	0,02%
	100,00%

Produk :**I.4.D. Sodium Chloride**

(chemie.de ; chemicaland21.com)

Nama Lain	: Sodium Chloride, Garam meja
Rumus Molekul	: NaCl
Rumus Bangun	: Na – Cl
Berat Molekul	: 58,5
Warna	: putih
Bau	: tidak berbau
Bentuk	: kristal
Specific Gravity	: 2,163
Melting Point	: 800,4°C
Boiling Point	: 1413°C
Solubility, Cold Water	: 35,7 kg/ 100 kg H ₂ O (H ₂ O=0°C)
Solubility, Hot Water	: 39,8 kg/ 100 kg H ₂ O (H ₂ O=100°C)

Komposisi produk : kadar minimum 90% (Keyes : 169)**Kegunaan produk utama sodium chloride :** (Keyes : 169)

1. Industri kimia makanan, bumbu penyedap
2. Industri kimia pengawet makanan
3. Industri kimia lainnya : produksi berbasis natrium, tekstil, susu, refrigerasi, metalurgi, kulit, pengemasan, dan pengolahan air

BAB II

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

II.1. Macam Proses

Beberapa tahun perkembangan dalam teknologi, pembuatan sodium chloride dilakukan dengan beberapa macam bahan baku alami, adapun macam pembuatan sodium chloride adalah :

II.1.A. Pembuatan Sodium Chloride Dengan Proses Multiple-Effect Evaporation

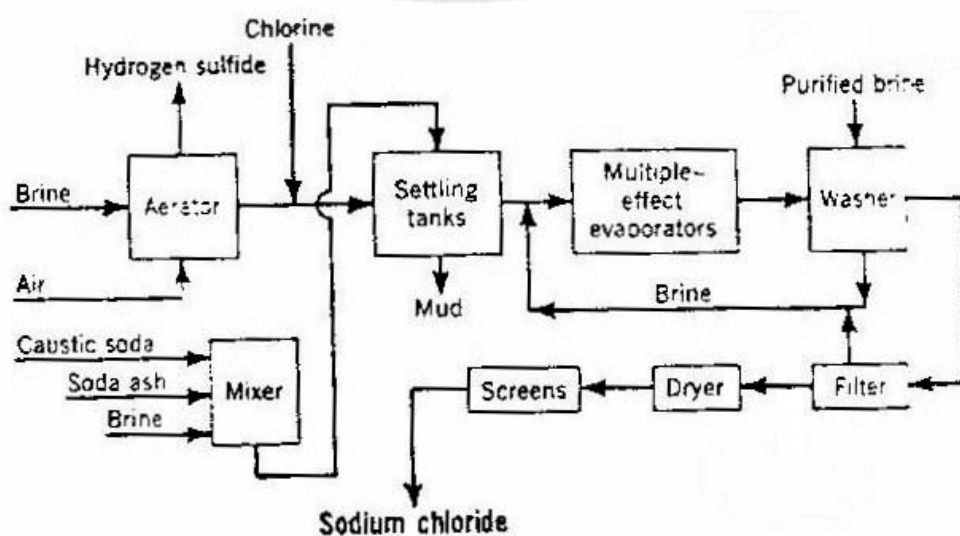
II.1.B. Pembuatan Sodium Chloride Dengan Proses Open Pan

II.1.C. Pembuatan Sodium Chloride Dengan Proses Rock Salt Mining

II.1.D. Pembuatan Sodium Chloride Dengan Proses Solar Evaporation

Keterangan Proses :

II.1.A. Pembuatan Sodium Chloride Dengan Proses Multiple-Effect Evaporation

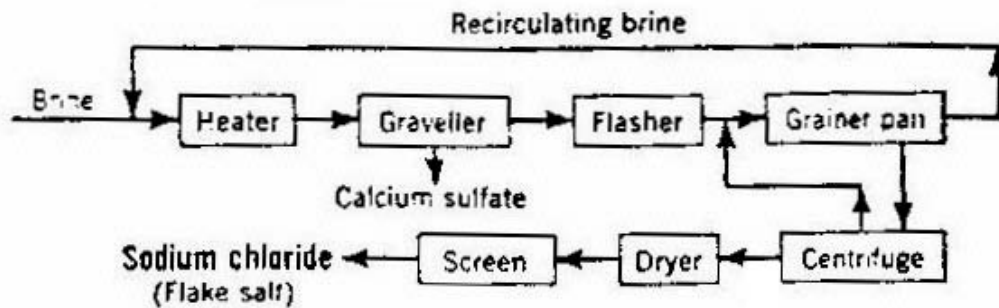


Pada proses ini biasanya digunakan saturated brine (leburan garam jenuh) alami, yang terkandung didalam tanah atau danau. Saturated brine dapat juga diperoleh dari hasil samping produksi natrium carbonate dengan proses Solvey.

Pertama-tama saturated brine (leburan garam) dari air dalam tanah dengan kadar H_2S yang terlarut dalam garam $NaCl$ maksimum 0.015%. Perlakuan pendahuluan dari bahan baku brine adalah dengan aerasi untuk menghilangkan kandungan hidrogen sulfide. Penambahan sedikit chlorine dimaksudkan untuk mempercepat penghilangan H_2S dalam brine. Brine setelah proses aerasi, kemudian diumpankan dalam tangki pengendap untuk mengendapkan lumpur atau solid yang tidak diinginkan. Pengendapan dibantu dengan penambahan campuran caustic soda, soda ash dan brine sehingga didapat larutan garam.

Setelah proses pengendapan, kemudian larutan garam dipekatkan pada evaporator multi efek. Larutan garam pekat kemudian dicuci dengan brine untuk memurnikan garam. Larutan garam kemudian difiltrasi pada filter untuk proses pemisahan garam dan larutan brine. Garam yang terpisah kemudian ditambahkan kalium yodat untuk penambahan kandungan yodium pada garam sehingga dihasilkan sodium chloride. Sodium chloride kemudian dikeringkan pada dryer dan kemudian disaring untuk mendapatkan ukuran yang seragam. Sodium chloride kemudian diap dikemas dan dipasarkan. Yields yang dihasilkan pada proses ini adalah 99,8%.

II.1.B. Pembuatan Sodium Chloride Dengan Proses Open Pan



Pembuatan garam dengan proses open pan ini menggunakan bahan baku brine yang berasal dari proses pemanasan air laut. Proses ini disebut juga proses “Grainer”, dimana air laut diuapkan dengan cara memanaskan pada heater pada suhu 230°F (110°C). Larutan brine panas kemudian diuapkan pada graveller yang berfungsi untuk memisahkan calcium sulfate pada larutan brine. Larutan brine kemudian didinginkan pada flasher dengan suhu yang dijaga agar garam (NaCl) masih dalam kondisi larut dalam air.

Larutan brine dingin kemudian diuapkan ke open pan yang berfungsi untuk menguapkan air dengan suhu operasi 205°F (96°C) sehingga dihasilkan kristal garam yang kemudian dipisahkan dari mother liquor pada centrifuge. Mother liquor kemudian direcycle kembali pada open pan, sedangkan kristal garam yang terpisah kemudian ditambahkan kalium yodat untuk penambahan kandungan yodium pada garam sehingga dihasilkan sodium chloride. Sodium chloride kemudian dikeringkan pada dryer dan kemudian disaring untuk mendapatkan ukuran yang seragam. Sodium chloride kemudian diap dikemas dan dipasarkan. Yields yang dihasilkan pada proses ini adalah 99,9%.

II.1.C. Pembuatan Sodium Chloride Dengan Proses Rock Salt Mining

Penambangan garam (NaCl) yang telah dilakukan pada beberapa tambang garam dan didapat kualitasnya masih kurang bagus, dimana : warna garam agak coklat, ada yang abu-abu. Kemurnian garam berkisar antara 98,5% sampai 99,4%. Setelah penambangan batuan garam, batuan garam kemudian dihancurkan dengan penghancur (crusher), dan kemudian dihancurkan lagi sampai mendapatkan kualitas akhir.

Beberapa peralatan yang umum digunakan dalam penambangan garam ini adalah beberapa buah penghalus (grinder) dan screen dengan berbagai ukuran. Penggunaan garam dengan kualitas rendah mempunyai harga jual yang rendah pula, akan tetapi masih diperlukan pada industri ice cream maupun industri kulit.

II.1.D. Pembuatan Sodium Chloride Dengan Proses Solar Evaporation

Pada proses ini, merupakan proses paling tradisional, dibandingkan proses yang telah diuraikan diatas. Garam dengan proses penguapan air laut dengan tenaga surya ini, sangat bergantung pada kondisi iklim pada daerah yang diaplikasikan serta bergantung pada luas areanya. Dengan kondisi air laut yang rata-rata mengandung padatan sekitar 3,7%, setelah melewati proses kristalisasi, hanya mampu menghasilkan garam dengan kemurnian 75 %. Kemudian dengan proses penghancuran, pencucian, pengeringan, dan klasifikasi, kadar garam dapat dinaikkan sampai dengan 95%.

II.2. Seleksi proses

Berdasarkan uraian macam proses diatas, maka dapat ditabelkan perbandingan masing-masing proses sebagai berikut :

Tabel II.1. Seleksi Proses

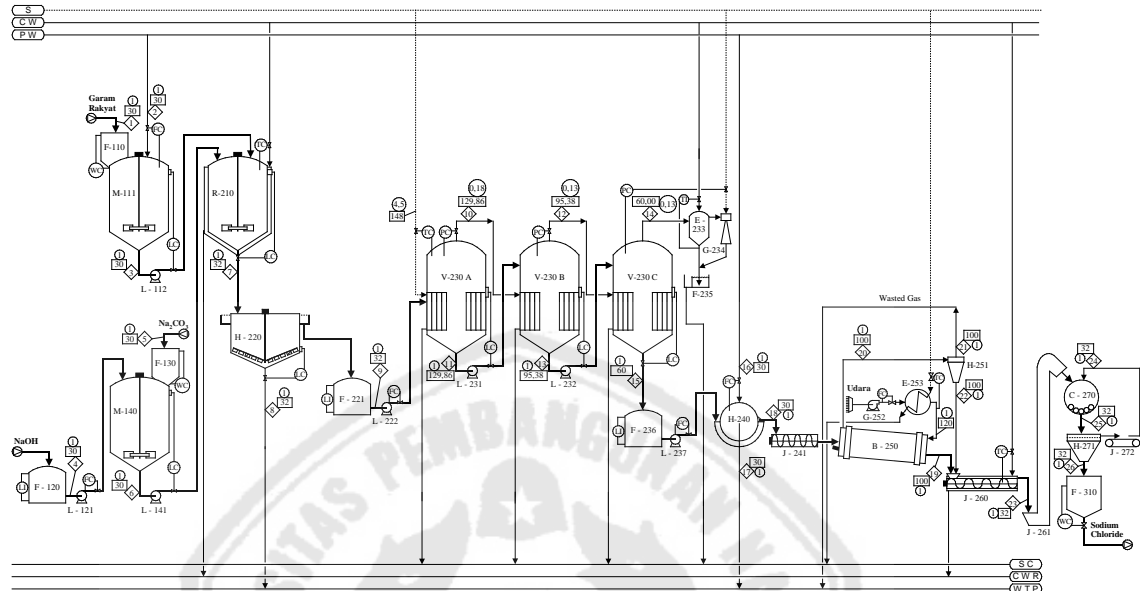
Parameter	Macam Proses			
	Multi-Effect Evaporation	Open pan	Rock Salt Mining	Solar Evaporation
Bahan Baku Utama	Brine	Brine / Air laut	Batuan Garam	Air laut
Bahan Baku Pembantu	Soda ash, Caustic Soda	Steam	-	-
Yields Produk	99,8%	98,5%-99,4%	98,5% - 99,4%	95,0%
Peralatan	Mahal	Sederhana	Mahal	Sederhana
Utilitas	Mahal	Ekonomis	Ekonomis	Ekonomis
Instrumentasi	Mahal	Sederhana	Mahal	Sederhana

Dari uraian diatas, maka dipilih pembuatan Sodium Chloride dari air laut dengan proses multiple effect evaporation, dengan beberapa pertimbangan :

- Bahan baku mudah didapat di dalam negeri.
(bisa dibuat dengan melarutkan garam rakyat)
- Yields yang dihasilkan lebih tinggi dibanding proses lainnya.
- Produk yang dihasilkan memenuhi standar pasar.

II.3. Uraian Proses

Flowsheet Pengembangan :

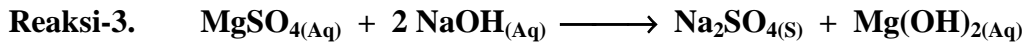
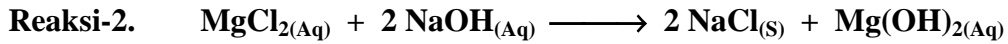
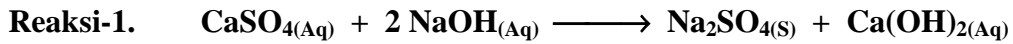


Pada pra rencana Sodium Chloride ini dapat dibagi menjadi 3 Unit proses, dengan pembagian :

- | | |
|--|------------------------|
| 1. Unit Pengendalian Bahan Baku | Kode Unit : 100 |
| 2. Unit Proses | Kode Unit : 200 |
| 3. Unit Pengendalian Produk | Kode Unit : 300 |

Adapun uraian dan penjelasan proses adalah sebagai berikut :

Pertama-tama garam rakyat dengan kadar NaCl 84,6% dilarutkan pada tangki pelarut M-111 dengan penambahan air proses dari utilitas, sehingga menjadi larutan garam 23,3%. Untuk persiapan bahan baku soda, caustic soda dan soda ash , pertama-tama larutan caustic soda 48% dari F-120 dicampur dengan soda ash dari silo F-130 dalam tangki pencampur M-140. Campuran soda dan larutan garam kemudian direaksikan dalam reaktor R-210.

Reaksi yang terjadi : (Shreve's : 232)

Reaktor dijaga kondisi operasinya pada tekanan 1 atm dan suhu kamar 32°C.

Reaksi yang terjadi bersifat eksotermis maka digunakan air pendingin yang dilewatkan pada jaket pendingin untuk menjaga kondisi operasi.

Produk reaktor kemudian dialirkan ke thickener H-220 untuk proses pemisahan cake dan filtrat. Cake berupa limbah padat kemudian dialirkan ke pengolahan limbah padat, sedangkan filtrat berupa larutan brine ditampung sementara pada tangki F-221. Larutan brine kemudian dipekatkan dan dikristalkan pada multiple effect evaporator V-230 sampai menjadi kristal garam sodium chloride dengan kadar 95%. Campuran kristal dan mother liquor kemudian ditampung pada tangki F-236.

Campuran kemudian difiltrasi pada rotary drum vacuum filter H-240 untuk proses pemisahan cake dan filtrat. Filtrat berupa mother liquor kemudian dibuang ke pengolahan limbah cair, sedangkan cake berupa kristal sodium chloride kemudian dikeringkan pada rotary dryer B-250 dengan bantuan screw conveyor J-241.

Pada rotary dryer B-250 terjadi proses pengeringan kristal sodium chloride pada suhu 100°C dengan bantuan udara panas secara berlawanan arah. Udara panas dan padatan terikut kemudian dipisahkan pada cyclone H-251, dimana udara panas dibuang ke pengolahan limbah gas, sedangkan padatan terikut diumpankan secara bersamaan dengan produk bawah rotary dryer menuju ke cooling conveyor J-260 untuk proses pendinginan sampai suhu kamar (32°C).

Kristal sodium chloride kemudian diumpankan dengan bucket elevator J-261 menuju ke ball mill C-270 untuk dihaluskan 100 mesh. Kristal kemudian disaring pada screen H-271, dimana produk yang tidak lolos saringan direcycle kembali ke ball mill dengan belt conveyor J-272 dan produk kristal sodium chloride ukuran 100 mesh kemudian ditampung pada silo sodium chloride F-310 sebagai produk akhir.